

ARTICULO CIENTIFICO

Dinámica de la biomasa y materia orgánica en Agroecosistemas y bosque.

Ana S. Alfaro Herrera; Cándida P. Urrutia Espinoza; Freydell S. Pinell Rivera.
(aalfaroherrera@gmail.com); (urrutiapaola15@gmail.com),(pinellfreydell@gmail.com)

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)/Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM-Estelí).

Seminario de Graduación. MsC. Kenny López Benavidez.

RESUMEN: El trabajo investigativo fue dirigido desde la estación experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón” adscrita a la UNAN-MANAGUA/FAREM-ESTELI. Dicho trabajo se realizó en la comunidad El Limón, municipio de Estelí y comunidad San Diego, municipio de Condega, con el objetivo de evaluar la dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistema de agricultura de conservación, convencional y bosque.

Mediante la ejecución de esta investigación, se determinó la correlación entre el peso fresco y peso seco. Para calcular el peso fresco se usó el método del cuadrante, mientras que, para calcular el peso seco, se hizo secado de muestras de biomasa en cada sistema de agricultura y materia orgánica a través del método de LOI. Se tomó un tamaño muestral de tres réplicas por cada sustrato: parte alta, media y baja. Luego, se obtuvo el peso de cada muestra por medio de la pesola y balanza. Para determinar la relación C/N se realizaron análisis físico-químicos.

Se recolectaron 216 muestras de biomasa y 72 de materia orgánica en los diferentes agroecosistemas y bosque, comprendida en un amplio intervalo de tiempo durante cuatro meses en las cuales, se adquirieron en las diferentes procedencias.

Palabras claves: Agroecosistemas, sistema de bosque, Biomasa, Disponibilidad, relación C/N.

INTRODUCCIÓN: La continua degradación del suelo está poniendo en peligro la seguridad alimentaria y el bienestar de millones de familias de agricultores en todo el mundo. Las principales causas no incluyen solo la preparación intensiva del suelo con azadas o arados sino también la deforestación, la remoción o la quema de los residuos, un manejo inadecuado de las tierras de pastoreo y rotaciones incorrectas que no mantienen la cobertura vegetativa y que no permiten la restitución adecuada de la materia orgánica y los nutrientes de las plantas. Estas prácticas dejan el suelo expuesto a los peligros climáticos como el viento, la lluvia y el sol.

Existe un peligro que se cierne sobre los suelos de Nicaragua. De acuerdo con estudios del Centro Internacional de Agricultura Tropical(CIAT), en nuestro país la degradación de los suelos llega a un momento alarmante que amenaza no solo a la producción si no a la salud y alimentación de los habitantes de la zona del pacífico y centro.

Así mismo, la agricultura siempre ha supuesto un impacto ambiental fuerte por diferentes factores. Las prácticas comunes que los agricultores realizan para la siembra, es la tala de bosque para tener el suelo apto para el cultivo, hacer embalses de agua para regar, canalizar ríos etc. Incluso, la agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente, destruyendo y salinizando los suelos, contaminándolos por el uso de plaguicidas y fertilizantes así mismo desapareciéndose la biodiversidad genética por causa de la deforestación.

El enfoque integral en el manejo de los suelos, implica poner en marcha un proceso de cambio en el uso de la tierra hacia prácticas de agricultura conservación y bosque. Los recursos naturales y el medio ambiente se pueden mejorar apreciablemente y a corto plazo con el empleo acertado de prácticas de labranza mínima y prácticas auxiliares de manejo y conservación de suelos, relacionar MO con la capacidad productiva del suelo mediante el estudio de la dinámica de biomasa y materia orgánica, su composición y efecto sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

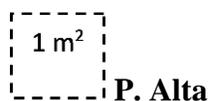
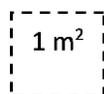
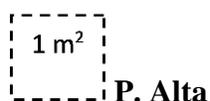
Durante las últimas décadas se han realizado numerosas investigaciones sobre esta temática, tanto a nivel nacional como internacional, para detener la degradación de las tierras agrícolas, con proceso de cambio para la adopción de nuevas tecnologías conservacionistas por parte de los agricultores. Según el boletín de suelo 78 de la FAO , la agricultura de conservación ha evolucionado a partir de la labranza cero o labranza mínima, se basa en el uso de los residuos de los cultivos para la cobertura.

Sin embargo, Nicaragua es un país con una larga trayectoria agrícola debido a las características de los suelos que potencian esta actividad. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistema de agricultura y bosques, AC (cubierta vegetal más labranza mínima), a fin de mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través de otros tipos de manejos integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles. Esto contribuye a la conservación del ambiente, así como también a una producción agrícola mejorada y sostenible tanto para un medio ambiente sano frente a los cambios y un incremento alimentario en la producción agrícola, lo cual beneficiara a las poblaciones que están relacionadas con una producción agrícola sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Diseño Experimental

Se estableció un experimento formal de parcelas divididas, como un tipo especial de bloques completos con tres tratamientos de tipos de cobertura o técnicas de manejo de los suelos, proponiendo tres Parcelas en restauración de suelos agroecológica, convencional y bosque. Sistemas en las cuales se pretende evaluar la actividad enzimática, relación entre la fertilidad de los suelos, variación temporal tomando en cuenta la profundidad de los suelos.



P. Conservación

P. Convencional

P. Bosque

1 m²

P. Media

1 m²

P. Baja

1 m²

P. Alta

1000 m²

P. Baja

**Diferentes sistemas de agricultura conservación,
convencional y bosque en los municipios Estelí,
Condega.**

El proyecto de investigación se desarrolló en el marco del convenio de colaboración entre la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua / FAREM-Estelí) y la ONG CatholicReliefServices (CRS-Estelí).

Primeramente se realizó la Búsqueda de información y elaboración del protocolo de investigación. Que consistió en la discusión entre docentes investigadores, estudiantes e investigadores del CRS. La idea de investigación fue un primer acercamiento a la realidad del fenómeno objeto de estudio.

Se consultaron fuentes de información, relacionadas al fenómeno objeto de estudio tales como: libros, revistas Científicas impresas y digitales, así como trabajos monográficos. Estas fuentes permitieron la familiarización con el fenómeno de objeto de estudio (tema) la disponibilidad de diferentes recursos metodológicos.

Inicialmente se realizó contacto con el responsable del proyecto ASA (CRS) y en coordinación con docentes de la Estación Experimental El Limón para explicarle el objetivo de la investigación, a fin de facilitar el espacio de parcelas establecidas y el uso de instrumentos de laboratorio de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Para determinar la disponibilidad de biomasa superficial en peso fresco, se recolectores muestras de un 1m^2 utilizando el método cuadrante (parte alta, media y baja) se hizo tres réplicas, tomando una muestra representativa por cada sustrato por mes, en cada una de las parcelas en un periodo de tiempo de cuatro meses en los diferentes sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque, se depositaron en bolsas de papel kraft con diferentes capacidades en gramo.

Cada sistema de agricultura y bosque tienen una medida 1000m^2 cada una se dividió en tres sustratos con tres réplicas (alta, media y baja) en cada uno de los lugares de investigación. Para obtener el peso fresco de estas muestras en gramos se recolectó todo lo que se encontraba dentro del metro cuadrado utilizando la pesola para obtener el peso por cada réplica, adquiriendo antes el peso de la bolsa de papel kraft, combinamos las tres réplicas de cada sustrato (1, 2 y 3) tomando en sí, una muestra representativa de la tres réplica consiguiendo un peso total de estos restando antes el peso de la bolsa de papel kraft.

Para realizar el peso seco de los sistemas antes indicados hicimos uso de instrumentos de laboratorio de Recursos Naturales y Medio Ambiente como el horno a 60° secando las muestras por 24 horas durante tres días en bolsas de papel kraft con diferentes capacidades en gramo, luego de este procedimiento se introdujeron en el desecador por 30 minutos, manipulando una balanza de 4000 g de capacidad y con una sensibilidad de 0.1g, se consiguió luego el peso seco de cada sustrato representativa obteniendo datos de biomasa en g/m^2 .

Para determinar la MO en los sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque, se extrajeron tres muestras del material en forma diagonal en cada una de las parcelas antes mencionadas en la parte alta, media y baja; utilizando los siguientes materiales barra, pala, bolsas plásticas y cinta métrica. La profundidad para extraer este material fue de 10cm.

Para determinar el cuantitativo total de la materia orgánica de la muestra del suelo por calcinación o pérdida por ignición. En este método se determinó el contenido total de materia orgánica que posee el suelo, obteniendo valores más altos en contenido de materia orgánica del suelo, ya que con él se volatilizan todas las formas de carbono orgánico presentes en la muestra.

El siguiente proceso consiste en pesar 100g la materia fresca en su estado natural y someterla a un peso seco en papel de aluminio, por calentamiento en el horno de laboratorio a una temperatura a 105°C , en un lapso de tiempo de 24 horas, luego se retiró del horno y se dejó enfriar en el desecador por 30 minutos. Se pesó 10g de suelo seco, se introdujo a la mufla calcinándola con una temperatura de 450°C durante 6 horas, se retiró de la mufla el conjunto (muestra y el crisol) se dejó enfriar y se pesó nuevamente.

Se calculó la diferencia del peso entre las medidas antes y después de calcinar; esta diferencia de peso equivale a la cantidad de materia orgánica que se perdió de la muestra por efecto de calcinación. Se expresa la diferencia de peso en porcentaje, con respecto al peso inicial de la muestra y el peso seco a 105⁰ C y es el porcentaje de MO que tenía la muestra.

Cálculos

El contenido orgánico deberá expresarse como un porcentaje del peso del suelo secado en el horno y deberá calcularse así:

$$\%MO = P3 - P4 / P3 * 100\%.$$

Donde:

P3: es el peso del crisol y del suelo seco del horno antes de la ignición

P4: es el peso del crisol más suelo después de la ignición.

Para determinar la relación C/N se realizaron análisis físico-químicos en el laboratorio LAQUISA-RT-FM-068-ES del departamento de León/Nicaragua.

Para determinar las variables físico-químicas del suelo (biomasa superficial (g), materia orgánica (%)) y, relación C: N (%), se realizaron análisis de varianza no paramétricos (pruebas de Kruskal Wallis para muestras independientes) con el programa SPSS versión 10.0 (SPSS Inc, 1999), para buscar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre tipo de manejo, procedencia y variabilidad del tiempo.

Los datos estadísticos los representamos de manera tabular y gráficos estadísticos, para representar los resultados obtenidos de los muestreos realizados durante los cuatro meses.

Obtenida la información, se procedió a organizar el capítulo de resultados en el orden de los objetivos específicos y la discusión de los mismos. Lo cual permitirá la elaboración de las conclusiones, recomendaciones y de esta manera concluir el informe final de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en sistemas de agroecosistemas y bosques.

Al evaluar la disponibilidad de la biomasa en agroecosistema y bosque, se encontró una significancia estadística de $p = 0.0001$) debido a que el ecosistema bosque se concentra la mayor disponibilidad de biomasa superficial.

Esto se corresponde a que las relaciones entre los suelos y los bosques son mucho más complejas y de largo alcance. Los suelos y los bosques están intrínsecamente vinculados y tienen importantes repercusiones mutuas y sobre el medio ambiente en general.

En un bosque la fertilidad del suelo se mantiene en equilibrio, porque la acumulación de residuos por la caída de hojas, ramas, tallos y frutos de las plantas, arbustos y árboles como parte de la dinámica natural protege y alimenta la vida de organismos en el interior del suelo, lo cual conlleva a una estructura estable y favorable del suelo, y a suficientes macroporos continuos y profundos que mejoran la infiltración del agua y oxígeno..

Figura 8. Disponibilidad media de biomasa superficial en sistemas de agricultura. Las barras representan los valores promedios. Las líneas sobre las barras expresan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0.005$, $n = 36$.

Por consiguiente, la parcela de conservación refleja un aumento de la cobertura vegetal por las buenas prácticas agrícolas de parte del productor. Con el fin de conservar, mejorar, y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua, y los recursos biológicos disponibles. Y alimenta la biota del suelo. Los microorganismos y la fauna del suelo reemplazan la función de la labranza y equilibran los nutrientes del suelo.

La parcela convencional representa un porcentaje bajo en correlación al agroecosistema de conservación y bosque, ya que es un sistema de producción extremadamente artificial, basado en un alto consumo de insumos de externos de agroquímicos sin considerar los ciclos naturales.

La pérdida de cobertura forestal elimina la protección natural del suelo contra los rayos solares y contra el impacto directo de las gotas de lluvia. Esto implica una reducción en la cobertura vegetal que disminuye el tránsito de la actividad microbiana, y, por tanto, provoca pérdida de fertilidad del suelo.

Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en la comunidad el Limón.

En los datos de biomasa no se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0006$) entre los periodos de 4 meses. En términos estadísticos la disponibilidad de biomasa no es diferente en cada uno de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto.

Sin embargo, los meses de junio y agosto son relativamente diferentes lo cual significa que hay mayor disponibilidad de biomasa superficial en el mes de agosto de modo que corresponde a nuestro último muestreo, como resultado que este mes tuvo más rendimiento de agua, dando lugar a la evapotranspiración conteniendo la humedad en el suelo y por lo tanto es una relación directa entre la producción de biomasa.

Es importante mencionar que en los meses de mayo, junio y julio no se destacó una gran diferencia de disponibilidad de biomasa, cabe de señalar que estadísticamente se obtuvo como resultado una variabilidad mínima dentro del muestreo de estos meses.

Figura 1. Disponibilidad de biomasa superficial según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p \geq 0.05$, $n = 36$.

La biomasa del cultivo, se distingue en base a la cantidad de agua transpirada, y el rendimiento del cultivo como la proporción de biomasa que se concentra en las zonas cosechables. Una mejora importante es la diferenciación entre el consumo de agua no productivo (evaporación del suelo) y el consumo de agua productivo (transpiración).

Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en la comunidad san Diego.

Al valorar los datos de biomasa no se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0006$) entre los periodos de 4 meses. Así que, en términos estadísticos la disponibilidad de biomasa no es diferente en cada uno de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto

Figura 10. Disponibilidad de biomasa superficial según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p \geq 0.0005$, $n = 36$.

En resultado no hay significancia entre los meses por lo cual no hay diferencias estadísticas entre las variables. Sin embargo, los meses de mayo (a) y agosto (b) son relativamente diferentes lo cual significa que hay mayor disponibilidad de biomasa superficial en el mes de agosto de modo que corresponde a nuestro último muestreo, como resultado que este último mes se generó el aumento de biomasa lo cual surgió en el periodo de lluvia, debido a que el agua es absorbida sin que se lave o erosione.

Por lo contrario, en los meses de mayo (a), julio (a), junio (a) en los resultados obtenidos nos indican que estos meses no se obtuvo ninguna diferencia significativa por lo cual, comparten la letra a. con respecto a que en estos meses no se presenció ninguna variabilidad de lluvia y temperatura ya que, son efectos que de alguna una manera influye en la disponibilidad de biomasa en el cultivo.

Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) Según su procedencia.

En la disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0004$) entre los periodos de 4 meses. Es decir que en términos estadísticos la disponibilidad de biomasa es diferente en cada uno de las siguientes comunidades.

En relación a la procedencia de los diferentes muestreos, se encontró una significancia estadística entre ambos terrenos. Por lo cual, hay diferencias entre las variables. De modo que al comparar el aporte de biomasa de los diferentes lugares se obtuvo mayor disponibilidad de biomasa en la comunidad, El Limón por diferentes factores.

Figura 11. Disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p \leq 0.05$, $n = 144$.

El principal factor que incide en la mayor disponibilidad de biomasa en El Limón, es la vegetación, que resulta de la interacción de factores ambientales y especies que cohabitan en un espacio continuo. Algunos factores ambientales son: el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica alguno de los factores del ambiente, como consecuencia existe independencia de algunos factores ambientales.

Por el contrario, la comunidad de San Diego del municipio de Condega representa un porcentaje menor de disponibilidad de biomasa (g/m^2). Esto como consecuencia de los diferentes usos que le dan al suelo a medida que la población humana ha ido aumentando y establecido más áreas de cultivos, disminuyendo la posibilidad de dejar las tierras en rastrojo, muchas veces por razones económicas, por la falta de terrenos para cultivar, no permitiendo al suelo descascar para que se recupere.

Al trabajar demasiado el suelo, este pierde su saludable coloración negra, pues los residuos de las plantas son continuamente removidos durante la cosecha quemados en la preparación del suelo. La tierra puede empezar a debilitarse o endurecerse si el suelo queda desnudo y expuesto a los golpes de la lluvia, tal que este endurece la superficie y lava su contenido por otro lado, la aplicación continua de plaguicidas también puede enfermar el suelo, pues estos pueden matar los insectos, lombrices y microorganismos que ayudan a descomponer la biomasa.

Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en los diferentes sistemas de agricultura.

Al comparar el porcentaje de materia orgánica no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p = 0.4461$) entre los agroecosistemas y bosque en un periodo de 4 meses.

Figura 12. Disponibilidad media de materia orgánica en sistemas de agricultura. Las barras representan los valores promedios. Las líneas sobre las barras expresan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ≥ 0.05 , $n = 36$.

La mayor disponibilidad de materia orgánica se encuentra en el compartimento de bosque debido en los suelos de bosque ocurre una continua incorporación de materia orgánica que permite que ocurra un incesante rejuvenecimiento de los macroagregados y microagregados y la incorporación de materia orgánica dentro de estos, de manera que esta queda protegida y disminuye su mineralización.

Sin embargo, en suelos bajo pasto, la disminución del COS (carbono orgánico del suelo) podría estar relacionada con la labranza que rompe los agregados y libera la materia orgánica protegida y su inmediata mineralización convirtiéndola en CO₂ (dióxido de carbono). Por lo tanto, los ecosistemas de bosque tienen una mayor capacidad para acumular y secuestrar carbono orgánico tanto en el suelo como en la biomasa aérea.

Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en la comunidad El Limón.

El porcentaje de materia orgánica se encontraron diferencia estadística significativas ($p = 0.0003$) entre los periodos de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto.

Durante los meses mayo, julio y agosto no se obtuvo mayor diferencia con respecto a la disponibilidad de MO. Sin embargo, durante el mes de junio, se refleja una mayor significancia en correlación a los diferentes meses antes mencionados.

El contenido global de materia orgánica de un suelo puede compararse, con los cambios en el nivel de agua, es decir, que el porcentaje de materia orgánica depende de la diferencia, de agua que entra y sale del suelo. El contenido de materia orgánica del suelo permanecerá constante de un año a siguiente y el suelo estará en un nivel de equilibrio.

Figura 13. Disponibilidad promedio de materia orgánica según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común son significativamente diferentes ≤ 0.05 , $n = 36$.

Las precipitaciones escasas y erráticas son la causa de la baja producción y de los fracasos en la agricultura, Sin embargo, en muchas áreas el manejo de la tierra y del cultivo no optimizan el flujo de agua a lo largo de la zona radical en consecuencia, los bajos rendimientos están relacionados con una insuficiente humedad del suelo y no con una insuficiencia de las lluvias.

Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en la comunidad San Diego.

Al contrastar el porcentaje de materia orgánica no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0369$) entre los periodos de 4 meses.

Por lo tanto en los meses mayo y julio no se obtuvo mayor diferencia, por lo contrario Durante el mes de junio y agosto, se refleja una mayor significancia estadística.

En la importancia del porcentaje de materia orgánica de los suelos, según la variabilidad de los meses, influyen factores que intervienen en el contenido de materia orgánica en los suelos.

El clima va a condicionar el tipo de vegetación, la producción de biomasa y la actividad microbiana en el suelo, por lo que está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica. Algunos autores relacionan la climatología con la génesis y las características del suelo, introduciendo conceptos como el régimen de humedad y el régimen de temperatura.

En general podemos hablar de contenidos elevados de materia orgánica en zonas tropicales, donde los aportes son continuos, aunque debido a la humedad y la temperatura, también se incrementan los procesos de mineralización. En climas fríos, la materia orgánica se acumula, mientras que, en climas áridos con poca vegetación, los contenidos son muy bajos, debido a que se ven favorecidos los procesos de mineralización frente a los de humificación.

Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) según su procedencia

Como resultado del porcentaje de materia orgánica según procedencia se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0028$) en el periodo de 4 meses.

De modo que al comparar el porcentaje de materia orgánica en los diferentes lugares se obtuvo mayor disponibilidad de materia orgánica en la comunidad El Limón, por diferentes componentes ya que es importante para el suelo y crea las mejores condiciones físicas para el desarrollo de los cultivos. La materia orgánica se concentra mayormente en los primeros centímetros del suelo y disminuye drásticamente con la profundidad, esto debido a que la mayor parte de los restos orgánicos solo son depositados en la superficie del suelo.

El drenaje de suelos con alto contenido de humedad y poca aireación tienen mayor concentración de MO debido a que en ausencia de oxígeno la mineralización de ésta es reducida. En climas secos y con altas temperaturas reducen el crecimiento de las plantas y aceleración su descomposición, mientras que climas húmedos y con buena humedad retardan la mineralización de la materia orgánica, conservando su contenido en el suelo.

Figura 15. Porcentaje promedio de materia orgánica según la procedencia. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p \leq 0.0005$, $n = 144$.

En relación a la comunidad San Diego los suelos con bajo contenido de materia orgánica, son conocidos como suelos cansados y tienen una menor capacidad para responder a los cambios de manejo. Al perder la MO, los suelos no son fértiles, están más propensos a

volverse duros y compactados, a tener abundante maleza y a producir plantas que crecen más lentamente y que son susceptibles de ser atacadas por plagas y enfermedades.

Los suelos cansados frecuentemente necesitan aplicaciones adicionales de materias orgánicas, nutrientes y prácticas de manejo de suelos; y, aun así, no producen los mismos rendimientos que los suelos mejor manejados. En los terrenos con bajo nivel de materia orgánica, se debe a la incapacidad de los organismos del suelo por no tener la comida que necesitan, pues estos se alimentan de materia orgánica, la que a su vez convierten en nutrientes que los cultivos requieren para crecer.

Determinación de la relación carbono-nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo no variaron significativamente ($p \geq 0.05$) entre la profundidad, la mayor relación de C y N está en la capa superficial (0-10 cm). Entre las dos zonas de muestreo no hubo diferencias significativas para la comunidad El Limón ($p=0.7738$), mientras que la comunidad de San Diego ($p=0.4429$).

Según el investigador Andrés Felipe Carvajal Venegas de la Universidad Tecnológica de Pereira expresa que, la relación C/N Carbono/Nitrógeno indica la potencialidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. De manera general se considera que una relación C/N entre 10 y 12 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas.

Consideramos que, en nuestra investigación si tenemos una relación C/N o relación carbono nitrógeno alta, existe una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno. El elemento del nitrógeno, es el que garantiza el crecimiento vegetativo de la planta, pues a partir de él la planta es capaz de transformarlo en aminoácidos y éstos en proteínas (estructuras más complejas formadas por una cadena o agrupación de aminoácidos)

Los residuos de las plantas, la biota del suelo y los metabolitos asociados a ellos conforman la fracción activa del carbono orgánico del suelo, la cual posee periodos de residencia en meses; la fracción pasiva, que puede persistir por años o en épocas ya sea húmeda o seca. Estas fracciones contienen carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, pero la activa y la pasiva son las que controlan la liberación de nutrientes, cumpliendo de esta manera un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas y la sostenibilidad de la agricultura.

Relación C/N según el ecosistema. En los diferentes municipios del departamento de Estelí.

| Parcela | Relación media C/N |
|--------------|--------------------|
| Bosque | 12±0.04 a |
| Conservación | 12±0.17 a |
| Convencional | 11±0.07 a |
| Parcela | Relación media C/N |

| | |
|--------------|-----------|
| Bosque | 12±0.08 a |
| Conservación | 12±0.04 a |
| Convencional | 11±0.06 a |

Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p < 0.05$, $n = 3$. Esta tabla representa la comunidad El Limón del municipio de Estelí

Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p < 0.05$, $n = 3$. Esta tabla representa la comunidad San Diego del municipio de Condega

(San Diego)

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los muestreos realizados por cada estrato, podemos determinar que la mayor disponibilidad de biomasa se encontró en el ecosistema bosque, ya que almacena el mayor contenido de carbono y favorece a la provisión de servicios ecosistémicos, un bosque en buen estado es capaz de proteger el suelo de la erosión, lo que contribuye a la biodiversidad y forma parte del ciclo del agua y es idóneo para obtener la capacidad de mitigar los gases de efecto invernadero.
- En la disponibilidad del contenido orgánico se refleja mayor cantidad en el ecosistema bosque, lo que indica es, que la cobertura vegetal tiene una función muy importante en la economía del agua y por ende en la disminución de la temperatura, que

reduce la tasa de mineralización de materia orgánica, por tanto, el incremento de biomasa en un cultivo aumenta más la materia orgánica en el suelo.

- Al obtener el porcentaje de la relación del peso existente en productos residuales entre el carbono (C) y el Nitrógeno (N) en los suelos de las diferentes procedencias, determinamos que, existe una buena relación Carbono/Nitrógeno ya que estos elementos son indispensables para el desarrollo de la vida en el suelo. De esta manera, la relación C/N mide la biomasa y la evolución de la materia orgánica en el recurso suelo.

RECOMENDACIONES

- Efectuar a través del proyecto Agua, Suelo y Agricultura (ASA) el seguimiento de técnicas de manejo agrícola para mejorar la fertilidad del suelo.
- Realizar escuelas de campo a cargo de los técnicos de la ONG Catholic Relief Services (CRS-Estelí) para brindar información a los agricultores sobre el uso y manejo de la conservación del suelo.
- Hacer uso de nuevas técnicas bioingenieriles para la captación de agua que esté a cargo de los productores.
- Recolectar muestreos para análisis de suelo en el seguimiento de la investigación que esté a cargo de estudiantes de ingeniería ambiental y análisis físicos- químicos de relación C/N en la época húmeda y seca.

AGRADECIMIENTO

A la **FAREM - Estelí, UNAN - Managua**; ya que en esta universidad realizamos los estudios superiores en la Ing. ambiental. Gratitud y respeto.

A los **docentes de la Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM) Estelí**, que en estos últimos cinco años han brindado conocimientos para que lo pongamos en práctica en nuestra vida profesional.

A **CHATOLIC RELIEF SERVICES** por habernos brindado el apoyo necesario para desarrollar y culminar con esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

H, Backer. [Documento en línea]. Agricultura de conservación. 2002 [consultado septiembre de 2017].

Libro.

Foths, H.D. (1992). Fundamentos de la ciencia del suelo, México.

Artículo.

FAO. [En Línea]. 2008 [Consultado 19 de Diciembre]

Disponble en Agricultura de conservación, <File:///c:/uses/pc/Documentos>.

FAO. [[En Línea]. 2012 [Consultado 21 de Mayo]

Rendimiento de cultivos de agua, <File:///c:/uses/pc/Bibliografias>.

FAO. [[En Línea]. 2015 [Consultado 13 de Marzo]

Disponble en Agricultura de conservación, Boletín de suelos de la FAO.

M, Lozano. [Documento En línea] Medida automática para pérdida de masa, calcinación. Noviembre 2010[consultado el 25 de mayo].

G, Monjarret. [Documento En línea] Humedad del suelo. Noviembre 2011 consultado el 22 de mayo].

Tesis.

Mendoza, K. (2009). Evaluación y fertilidad de suelos. Proyectos de alianza estratégicas para león Chinandega.

Artículo.

Mostacedo. B. [En línea].2000, Muestreos y Análisis de Ecología Vegetal. [Consultado el 3 de Octubre].

Artículo.

Martínez, A. [En línea].2008, Documento en ecotecnología [Consultado el 19 de Mayo].

Libro.

Pascual, R. [En línea] Materia Orgánica de suelos. (2014)

Ciencias Ambientales, México

Revista.

Romero, H. (2015). El nuevo Diario. [Www Elnuevodiario.com.nic/nacionales/-suelos degradados](http://Www.Elnuevodiario.com.nic/nacionales/-suelos-degradados).